

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
EKONOMSKI FAKULTET**



ZAVRŠNI RAD

**MOGUĆNOSTI PRIMJENE RAČUNALNIH
PARADIGMI OBLAKA I MAGLE U PAMETNIM
GRADOVIMA**

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Mario Jadrić

Student:

Davor Katalinić, 1165259

Split, svibanj 2019.

SADRŽAJ:

UVOD	1
1. RAČUNALNE PARADIGME OBLAKA I MAGLE	3
1.1. Glavne značajke paradigme oblaka – računarstva u oblacima	3
1.1.1. Pojemno određenje računalne paradigme oblaka	3
1.1.2. Povijesni razvoj računalne paradigme oblaka	4
1.1.3. Modeli pružanja usluge u računalnoj paradigmi oblaka	7
1.1.4. Modeli izvedbe računalne paradigme oblaka	9
1.1.5. Prednosti i nedostaci računalne paradigme oblaka	11
1.2. Obilježja paradigme magle	12
1.2.1. Pojemno određenje računalne paradigme magle	12
1.2.2. Povijesni razvoj računalne paradigme magle	13
1.2.3. Komunikacijske razine računalne paradigme magle	13
1.2.4. Internet stvari i umrežavanje u računalnoj paradigmi magle	14
1.2.5. Prednosti i nedostaci računalne paradigme magle	16
2. PRIMJENA RAČUNALNIH PARADIGMI OBLAKA I MAGLE U PAMETNIM GRADOVIMA	18
2.1. Pojemno određenje pametnih gradova	18
2.2. Ključni elementi izgradnje pametnog grada	19
2.3. Računalne paradigme oblaka i magle u pametnim gradovima	20
2.4. Primjeri pametnih gradova u svijetu	26
2.4.1. Amsterdam	26
2.4.2. Barcelona	27
2.4.3. Stockholm	27
3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PREPORUKE ZA GRAD SPLIT	28
3.1. Glavni problemi u gradu Splitu	28
3.2. Korištenje računalne paradigme oblaka i magle u Splitu	30
3.3. Daljnji razvoj grada Splita kao pametnog grada	32
4. ZAKLJUČAK	33
LITERATURA	35
SAŽETAK	39
SUMMARY	40

UVOD

Računalstvo u oblaku ili računalna paradigma oblaka (*cloud computing*) je novija paradigma raspodijeljenog računalstva koja na zahtjev pruža usluge kao što su obrada, pohrana, aplikacije i druge računalne usluge te ih čini mrežno dostupnim.

Računalstvo u magli ili računalna paradigma magle (*fog computing*) je računalna paradigma koja podrazumijeva rad na rubu mreže, umrežavanje raznih uređaja diljem grada te analizu velike količine podataka u visoko skalabilnim centrima kako bi se dobile korisne informacije. Računalstvo u magli udružuje računalstvo u oblaku i Internet stvari (engl. Internet of Things, IoT).

Koncept pametnog grada spaja različite vrste tehnologija i razne uređaje kao što su senzori, kontroleri, regulatori koji imaju pristup povezanja s mrežom kako bi se optimizirala učinkovitost gradskih usluga. Takav sustav pametnog grada omogućuje gradskim vlastima bolje upravljanje gradom te da vide kako se grad razvija i uzrok problema koje usporavaju njegov razvoj.

Ovaj završni rad je napravljen na temelju prikupljanja i analize sekundarnih izvora podataka. Sekundarni izvori podataka dostupni su znanstvenoj i stručnoj literaturi vezanoj uz računalne paradigme oblaka i magle, te pametnih gradova.

Metode koje su korištene prilikom izrade rada su:

1. Metoda indukcije – sustavna primjena induktivnog načina zaključivanja kojim se putem analize pojedinačnih činjenica dolazi do općeg zaključka.
2. Metoda dedukcije – sustavna primjena deduktivnog načina zaključivanja u kojem se iz općeg suda izvode pojedinačni, posebni zaključci u radu.
3. Metoda analize – metoda u kojem se vrši raščlanjivanje složenih pojmova i zaključaka na jednostavnije dijelove i elemente.
4. Metoda sinteze – metoda u kojem se putem znanstvenog istraživanja putem sinteze vrši transformacija jednostavnih sudova u složenije.
5. Metoda generalizacije – metoda u kojoj je misaoni postupak uopćavanja putem kojeg se od posebnog pojma dolazi do općenitijeg.
6. Metoda klasifikacije – podjela općeg pojma na posebne pojmove.

7. Metoda deskripcije – metoda u kojoj se na jednostavan način opisuju činjenice, procesi i predmeti, bez znanstvenog tumačenja i objašnjavanja.
8. Metoda kompilacije – metoda u kojoj se preuzimaju rezultati tuđih opažanja, stavova i spoznaja.

Sadržaj i struktura rada koncipirani su u četiri poglavlja.

Uvodno poglavlje govori o cilju i svrsi rada, izvorima podataka te strukturi rada. U prvom poglavlju prikazane su glavne odrednice računalne paradigme oblaka i računalne paradigme magle. U trećem poglavlju prikazano je kako se računalne paradigme oblaka i magle primjenjuju u pametnim gradovima. Treće poglavlje obuhvaća analizu primjene paradigme oblaka i magle u gradu Splitu, te je prikazana moguća perspektiva daljnjeg razvoja navedenih paradigmi. Četvrto poglavlje donosi zaključak o radu na temelju istražene literature. Nakon zaključka nalazi se poglavlje koje prikazuje bibliografske jedinice koje su korištene prilikom izrade ovog rada. Na kraju rada nalazi se sažetak rada na hrvatskom i engleskom jeziku.

1. RAČUNALNE PARADIGME OBLAKA I MAGLE

U nastavku će biti prikazane glavne značajke računalne paradigme oblaka i magle.

1.1. Glavne značajke paradigme oblaka – računarstva u oblacima

Računarstvo u oblaku (*Cloud Computing*) je paradigma koja koristi internet kao platformu za pohranjivanje aplikacija, dokumenata i informacija poslanih iz bilo kojeg dijela svijeta. Ti podaci se nalaze na serverima čija je svrha pohrana, odnosno, čuvanje istih. Cloud Computing je namijenjen poduzećima ali i privatnim korisnicima koji imaju na raspolaganju resurse od strane davatelja usluga.

1.1.1. Pojmovno određenje računalne paradigme oblaka

Računarstvo u oblaku (engl. *cloud computing*), paradigma je informatičke tehnologije (IT) koja opisuje pružanje IT infrastrukture kao što je prostor za pohranu podataka ili aplikacijski softver kao uslugu putem Interneta.¹

Računarstvo u oblaku je isporuka raznih usluga putem Interneta. Ti resursi uključuju alate i aplikacije kao što su pohrana podataka, poslužitelji, baze podataka, umrežavanje i softver. Umjesto čuvanja datoteka na vlasničkom tvrdom disku ili lokalnom uređaju za pohranu, pohrana temeljena na oblaku omogućuje njihovo spremanje u udaljenu bazu podataka. Sve dok elektronički uređaj ima pristup webu, on ima pristup podacima i softverskim programima za njegovo pokretanje.²

Oblak je pojam koji se odnosi na pristup računalima, informacijskim tehnologijama (IT) i softverskim aplikacijama putem mrežne veze, često pristupanjem podatkovnim centrima putem širokog područja mreže (WAN) ili internetske veze.

Cloud computing je način isporuke tehnologije potrošaču korištenjem internetskih poslužitelja za obradu i pohranu podataka, dok klijentski sustav koristi podatke. Dok je u prošlosti softver morao biti isporučen na CD-ROM-u, a ažuriranja su morala biti preuzeta kako bi softver bio siguran i bez bugova, računarstvo u oblaku omogućuje dobavljačima isporuku softvera i usluga putem interneta bez potrebe za tradicionalnim medijima ili instalacije.

¹Računarstvo u oblaku, dostupno na: https://hr.unionpedia.org/i/Ra%C4%8Dunarstvo_u_oblaku, pristupljeno: 02.05.2019.

²Cloud Computing, dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp>, pristupljeno: 02.05.2019.

Oblak odvaja i mehanizme kojima se ti resursi dostavljaju. Također, „oblak“ povećava suradnju, pokretljivost, skaliranje i dostupnost računalnih sustava te donosi nove mogućnosti konstrukcije uz pomoć optimalnog i učinkovitog upravljanja. Koncept je s vremenom narastao, uključivši gotovo svaku uslugu koja se može brzo osigurati putem mrežne veze, često koristeći Web ili mobilne aplikacije. Računarstvo u oblaku također omogućuje da mreže raznih uređaja funkcioniraju kao jedna cjelina, te da se svima istovremeno može pristupiti ukoliko korisnik ima pristup Internetu jer podaci i aplikacije nisu pohranjeni na tvrdom disku.

Virtualizacijska tehnologija ključna je za računalstvo u oblaku jer omogućuje fizičkim poslužiteljima, pohrani i mrežnim uslugama da budu podijeljene na zahtjev, koristeći softver, koji će biti omogućen klijentima tijekom leta.

Primjene i usluge brzo su rasle posljednjih godina, obećavajući uštede i veću fleksibilnost u odnosu na tradicionalne privatne podatkovne centre. Također omogućuje poduzećima i potrošačima da kupuju gotovo svaku IT funkciju kao uslugu u oblaku. To je potaknulo veliku potražnju za tehnologijom koja je prilagođena oblaku - bilo da je riječ o softveru, mrežnim uslugama ili poslovnim uslugama.

1.1.2. Povijesni razvoj računalne paradigme oblaka

Godine 1963. DARPA (Agencija za napredne istraživačke projekte obrane) predstavila je MIT s 2 milijuna dolara za projekt MAC. Financiranje je uključivalo zahtjev MIT-a da razvije tehnologiju koja će omogućiti "računalo koje će koristiti dva ili više ljudi istovremeno." Djelovala je kao primitivni Oblak s dvije ili tri osobe koje su mu pristupale. Riječ "virtualizacija" upotrijebljena je za opisivanje ove situacije, iako je značenje riječi kasnije prošireno.³

Godine 1969. J. C. R. Licklider pomogao je razviti ARPANET (mrežu agencija za napredne istraživačke projekte), "vrlo" primitivnu verziju Interneta. JCR, ili "Lick", bio je i psiholog i računalni znanstvenik i promovirao je viziju pod nazivom "Intergalactic Computer Network", u kojoj bi svi na planeti bili povezani računalima i mogli pristupiti informacijama s bilo kojeg mjesta.

³A Brief History of Cloud Computing, dostupno na: <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/>, pristupljeno: 03.05.2019.

Značenje virtualizacije počelo se mijenjati sedamdesetih godina i sada opisuje stvaranje virtualnog stroja koji se ponaša poput pravog računala s potpuno funkcionalnim operativnim sustavom. Koncept virtualizacije evoluirao je s internetom, budući da su tvrtke počele nuditi “virtualne” privatne mreže kao uslugu za iznajmljivanje. Korištenje virtualnih računala postalo je popularno u 1990-ima, što je dovelo do razvoja moderne infrastrukture paradigme oblaka.

U svojim ranim fazama, Cloud se koristio za izražavanje praznog prostora između krajnjeg korisnika i davatelja. Godine 1997. profesor Ramnath Chellapa iz Sveučilišta Emory definirao je *Cloud Computing* kao novu “računalnu paradigmu, gdje će granice računanja biti određene ekonomskim razlozima, a ne samo tehničkim ograničenjima”. Ovaj donekle težak opis istinit je u opisu evolucije oblaka.

Paradigma oblaka stekla je popularnost jer su tvrtke bolje razumjele njegove usluge i korisnost. Godine 1999. Salesforce je postao popularan primjer uspješnog korištenja paradigme oblaka. Salesforce je navedenu paradigmu koristio kako bi se uvela ideja korištenja interneta koja je služila za isporuke programskih rješenja krajnjim korisnicima. Programu (ili aplikaciji) može pristupiti i preuzeti bilo tko s pristupom internetu. Tvrtke su tada mogle kupiti softver na troškovno učinkovit način na zahtjev, bez napuštanja ureda.⁴

Godine 2002. Amazon je uveo svoje internetske maloprodajne usluge. To je bio prvi veliki posao koji je razmišljao o korištenju samo 10% svojih kapaciteta (što je tada bilo uobičajeno) kao problem koji treba riješiti. Model infrastrukture računalstva u oblaku pružio im je fleksibilnost za učinkovitije korištenje kapaciteta računala. Ubrzo nakon toga slijedile su i druge velike organizacije.

Amazon je 2006. pokrenuo Amazon Web Services, koji nudi online usluge drugim web stranicama ili klijentima.⁵ Jedna od web-stranica Amazon Web Services, nazvana Amazon Mechanical Turk, nudi niz usluga temeljenih na oblaku, uključujući pohranu, računanje i

⁴ A Brief History of Cloud Computing, dostupno na: <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/>, pristupljeno: 03.05.2019.

⁵ Amazon Web Services, dostupno na: <https://aws.amazon.com/>, pristupljeno: 04.05.2019.

"ljudsku inteligenciju".⁶ Još jedna od web-stranica Amazon Web Services je Elastic Compute Cloud (EC2), čime se pojedincima omogućuje iznajmljivanje virtualna računala i koriste vlastite programe i aplikacije.

Iste godine Google je pokrenuo usluge Google Docs. Google Dokumenti izvorno su se temeljila na dva odvojena proizvoda, Google Spreadsheets i Writely. Google je kupio uslugu Writely, koja iznajmljivačima nudi mogućnost spremanja dokumenata, uređivanja dokumenata i njihovog prijenosa u sustave blogova. (Ovi dokumenti kompatibilni su s programom Microsoft Word.) Google Spreadsheets (nabavljen od tvrtke 2Web Technologies, 2005.) je internetski program koji korisnicima omogućuje razvoj, ažuriranje i uređivanje proračunskih tablica te dijeljenje podataka na mreži. Koristi se Ajax program koji je kompatibilan s Microsoft Excelom. Proračunske tablice mogu se spremiti u HTML formatu.⁷

Godine 2007. IBM, Google i nekoliko sveučilišta udružili su snage kako bi razvili cijeli niz poslužitelja za istraživačke projekte kojima su bili potrebni i brzi procesori i veliki skupovi podataka. Sveučilište u Washingtonu prvi se prijavilo i koristilo sredstva koje su pružili IBM i Google. Sveučilište Carnegie Mellon, MIT, Sveučilište Stanford, Sveučilište u Marylandu i Kalifornijsko sveučilište u Berkeleyju ubrzo su slijedili taj primjer. Sveučilišta su odmah shvatila da se računalni eksperimenti mogu obaviti brže i za manje novca, ako IBM i Google podupiru njihova istraživanja. Budući da je velik dio istraživanja bio usredotočen na probleme u kojima su IBM i Google imali interesa, također su imali koristi od dogovora. 2007. godina također je bila godina kada je Netflix pokrenuo uslugu streaminga videa, koristeći Cloud, i pružio podršku za praksu "binge-gledanja".⁸

Eucalyptus je ponudio prvu platformu kompatibilnu s AWS API-jem, koja je korištena za distribuciju privatnih oblaka 2008. godine. Iste godine, NASA-in OpenNebula pružio je prvi open-source softver za uvođenje privatnih i hibridnih oblaka. Mnoge od najinovativnijih značajki usredotočene su na potrebe velikih poduzeća.

⁶ Amazon Mechanical Turk, dostupno na: <https://www.mturk.com/>, pristupljeno: 05.05.2019.

⁷ A Brief History of Cloud Computing from The Beginning, dostupno na: <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/>, pristupljeno: 04.05.2019.

⁸ History of Cloud Computing, dostupno na: <http://www.data-analysts.org/view/158.html>, pristupljeno: 06.05.2019.

Godine 2011. IBM je uveo IBM SmartCloud okvir⁹, kao podršku projektu Smarter Planet (projekt kulturnog razmišljanja). Zatim, Apple je lansirao iCloud, koji se fokusira na pohranjivanje više osobnih podataka (fotografije, glazbu, video, itd.). Također, tijekom ove godine, Microsoft je počeo oglašavati Cloud na televiziji, čineći javnost svjesnom svoje sposobnosti pohranjivanja fotografija ili videozapisa uz jednostavan pristup.

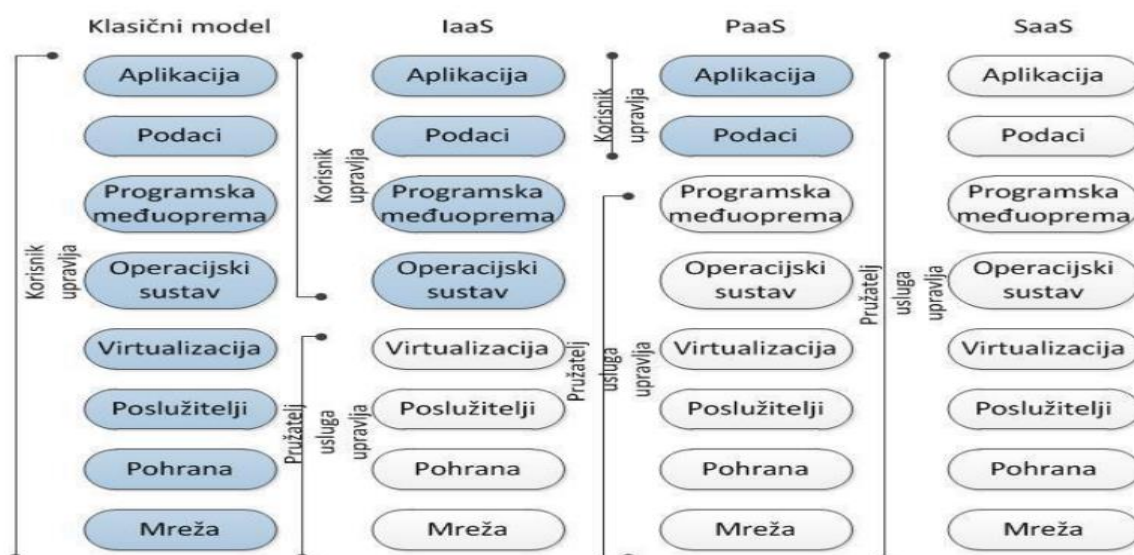
Oracle je 2012. uveo Oracle Cloud, nudeći tri osnovna elementa za poslovanje: IaaS (Infrastructure-as-a-Service), PaaS (Platform-as-a-Service) i SAAS (Software-as-a-Service).

Do 2014.godine paradigma oblaka je razvila svoje osnovne značajke, a sigurnost je postala primarni fokus. Sigurnost u oblaku postala je brzorastuća usluga zbog svoje važnosti za korisnike. Sigurnost u oblaku značajno je napredovala u posljednje dvije godine i sada pruža zaštitu usporedivu s tradicionalnim IT sigurnosnim sustavima. To uključuje zaštitu kritičnih informacija od slučajnog brisanja, krađe i curenja podataka. Međutim, sigurnost je i može uvijek biti primarna briga većine korisnika usluge Cloud.

1.1.3. Modeli pružanja usluge u računalnoj paradigmi oblaka

Isporuka usluga podijeljena je u tri kategorije, odnosno modela: infrastruktura kao usluga (engl. Infrastructure as a Service), platforma kao usluga (engl. Platform as a Service) i softver kao usluga (engl. Software as a Service).¹⁰

Slika 1. Modeli pružanja usluge



⁹ IBM SmartCloud, dostupno na: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/IBM-SmartCloud>, pristupljeno: 06.05.2019.

¹⁰ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

Infrastruktura kao usluga (IaaS) pruža korisnicima ili poduzećima infrastrukturu kako bi izgradili svoju vlastitu platformu kako bi sebe služili i olakšali pristup svojim klijentima. Platforma nema ograničenje kako poslužitelj treba biti korišten te joj se može pristupiti bilo gdje. Korisnici imaju mogućnost korištenja računalne infrastrukture. Tu spadaju poslužitelji, prostor za pohranu podataka, mrežna oprema, operativni sustav.¹¹ Korisnici kupuju navedene resurse kao vanjsku uslugu od određene kompanije. Korisnik nema nadzor nad infrastrukturom oblaka, ali ima nadzor nad operacijskim sustavima, pohranom podataka i razvojem aplikacija.

Platforma kao servis (PaaS) pri kojoj korisnik daje odnosno oblikuje platformu za obavljanje različitih zadataka. Povezana je sa SaaS strukturom, a kao uslugu nudi razvojnu okolinu, odnosno platformu. Aplikacije se nalaze na poslužitelju pružatelja usluge, te su korisnicima dostupne putem Interneta i može se pristupiti sa bilo kojeg mjesta. Korisnik ne može provjeravati strukturu oblaka niti mrežu, sustave pohrane, operacijske sustave i poslužitelje, ali ipak ima nadzor nad razvijenim aplikacijama. Ponekad ima čak i mogućnost nadzora okolne konfiguracije. Neki od primjera su Force.com, Google App Engine i Coghead.

Softver kao usluga (SaaS) ponekad se i naziva "softver na zahtjev" te omogućava korisnicima korištenje aplikacija koje se nalaze na infrastrukturi oblaka.¹² Aplikacije su dostupne uz pomoć web preglednika. Pri tome korisnik ne provjerava pozadinsku infrastrukturu, uključujući mrežu, servise, operacijske sustave, pohranu podataka ili čak individualne aplikacijske mogućnosti. SaaS je dakle tehnološka platforma koja omogućuje dostupnost aplikacija putem Interneta u obliku usluga koje se unajmljuju prema potrebi, umjesto da se kupuju kao zasebni program koji treba instalirati na kućnim računalima. Ovaj model cloud computinga dostavlja jednu aplikaciju preko korisničkog preglednika tisućama korisnika. Najpoznatiji primjer SaaS-a su Google Apps.¹³

¹¹Infrastructure as a Service, dostupno na: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-IaaS>, pristupljeno: 07.05.2019.

¹² Krelja Kurelović, E. i sur. (2014.): Uporaba aplikacija u oblaku kod studenata, Zbornik Veleučilišta u Rijeci Vol. 2. No. 1, str. 15.

¹³ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

1.1.4. Modeli izvedbe računalne paradigme oblaka

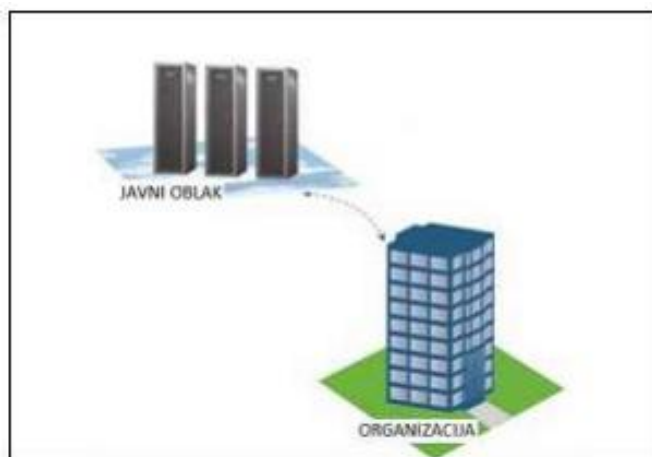
Postoje četiri različita modela izvedbe paradigme oblaka, a to su:

1. Javni oblak
2. Privatni oblak
3. Zajednički oblak
4. Hibridni oblak.

Javni oblak (engl. *Public Cloud*) –je otvoren za sve pretplatnike te u isto vrijeme mogu pristupiti različiti korisnici. To je računalna paradigma koja je dostupna i otvorena za javnost, neovisno o tome radi li se o pojedincima ili organizacijama. To je usluga koju nudi treća strana te je u vlasništvu tvrtke koja prodaje usluge računalne paradigme oblaka. Aplikacije različitih korisnika često se nalaze na istim poslužiteljima, sustavima za pohranjivanje i mrežama. Javni oblaci nude mogućnost povećavanja ili smanjivanja zakupljenog dijela oblaka i prebacivanje odgovornosti, ako se pojave neplanirani rizici, s organizacija na davatelja usluga. Jedna od prednosti javnih oblaka je da oni mogu biti puno veći nego što mogu biti privatni oblaci. Dijelovi javnog oblaka mogu biti i pod isključivom uporabom samo jednog korisnika, čineći tako privatni podatkovni centar (engl. *data center*). Više korisnika može koristiti istodobno izgradnju koda bez međusobnog ometanja izvršavanja pojedinih aktivnosti. Jedna od prednosti javnih oblaka je da oni mogu biti puno veći od privatnih oblaka. Zauzimanje tzv. slika virtualnih strojeva (engl. *virtual machine images*) u javnom oblaku ne daje korisnicima potpuni uvid u infrastrukturu oblaka, dok zakupljivanje podatkovnih centara daje korisnicima veći uvid u samu infrastrukturu. Tada korisnici mogu upravljati ne samo sa slikama virtualnih strojeva, nego i poslužiteljima, sustavima pohrane, mrežnim uređajima i mrežnim topologijama. Stvaranje privatnog virtualnog podatkovnog centra s komponentama koje se nalaze u istom objektu smanjuje problem postojanja mnoštva različitih lokacija podataka zato što je brzina prijenosa puno veća pri povezivanju objekata unutar istog oblaka.¹⁴

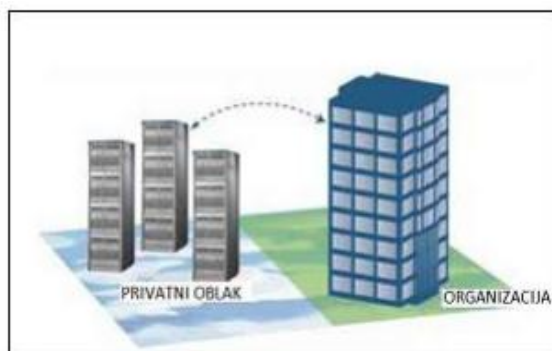
¹⁴ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

Slika 2. Javni oblak



Privatni oblak (engl. *Private Cloud*) – je vrsta oblaka u kojem je svakom korisniku dodijeljen jedinstveni i sigurni prostor u potpunosti odvojeno od vanjskog svijeta što znači da je dostupan samo jednoj organizaciji. Njome može upravljati sama organizacija ili netko drugi. Organizacije koriste privatne oblake kada trebaju ili žele veći nadzor i sigurnost nad podacima nego što ga mogu imati korištenjem javnog oblaka. Privatni oblaci su napravljeni isključivo za uporabu jednog klijenta, pružajući mu najveći nadzor nad podacima i najveću sigurnost imovine pohranjene na oblaku. Organizacija posjeduje infrastrukturu i ima nadzor nad raspodjelom aplikacija na vlastitoj infrastrukturi. Poduzeća koja koriste privatni oblak na njemu mogu upravljati strukturom, kontrolirati vlastiti prostor i pohranjivati velike količine podataka te mogu instalirati programe. Privatni oblak smanjuje IT troškove ali ne u visini kao i javni oblak

Slika 3. Privatni oblak

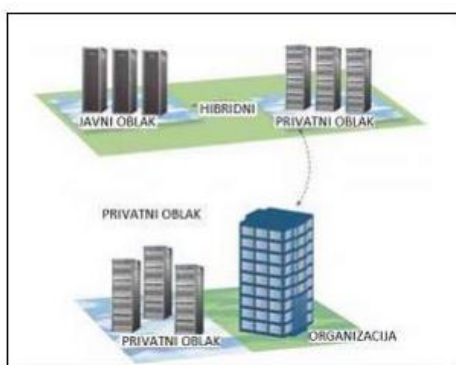


Zajednički oblak (engl. *Community Cloud*) - više organizacija dijeli strukturu oblaka. Infrastruktura podržava posebne vrste korisnika koje imaju zajedničke potrebe, misije,

zahtjeve i slično. Njima mogu upravljati same organizacije, poduzeća ili netko drugi (pružatelj usluga cloud computinga).¹⁵

Hibridni oblak je okruženje računalstva u oblaku koje koristi mješavinu lokalnih, privatnih oblaka i javnih usluga treće strane s orkestracijom između dviju platformi. U hibridnom oblaku se treba sa pružateljem usluga razviti i prilagoditi rješenja za točno ono što je potrebno korisniku. Hibridni oblak tvrtkama daje veću fleksibilnost i više mogućnosti implementacije podataka.

Slika 4. Hibridni oblak



1.1.5. Prednosti i nedostaci računalne paradigme oblaka

Računalna paradigma oblaka je još uvijek u razvoju i svakim danom mijenja nešto i pojavljuje nešto novo, ali isto tako sve više poduzeća i organizacija koristi ovakav koncept programske podrške koji koristi Internet kao platformu te omogućuje usluge kao što su pohrana i čuvanje aplikacija. Aplikacije ili dokumenti mogu biti poslani iz bilo kojeg dijela svijeta.

Neke od prednosti korištenja paradigme oblaka su:

- niža cijena sklopovske podrške u smislu da korisnik ne mora kupovati novo sklopovlje, nego ga po potrebi iznajmljuje preko Interneta,
- korisniku je uvijek dostupna posljednja, najnovija inačica programske podrške,
- programska podrška i podaci su dostupni sa svakog računala s kojeg korisnik ima pristup Internetu,

¹⁵ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

- manji troškovi održavanja i nadogradnje programske podrške. Nema troškova izravno vezanih uz kupovinu sučelja, licenciranih programa, baze podataka, poslužitelja za elektroničku poštu, kao ni troškova vezanih za njihovu instalaciju i konfiguraciju te kasnije održavanje,
- u uslugu je uključena profesionalna antivirusna zaštita,
- dostupnost aplikacija,
- skalabilnost aplikacija - mogućnost opsluživanja velikog broja korisnika,
- fleksibilnost u izmjeni i prilagodbi aplikacija i
- stalno praćenje rada i održavanje infrastrukture.¹⁶

Neki nedostaci paradigme oblaka su:

- problem dostupnosti,
- problem sigurnosti,
- problem ovisnosti o jednom pružatelju programske podrške,
- usvajanje novog načina razvoja aplikacija,
- nemogućnost jednostavnog premještanja postojećih aplikacija.¹⁷

1.2. Obilježja paradigme magle

U nastavku će biti prikazana glavna obilježja paradigme magle.

1.2.1. Pojmovno određenje računalne paradigme magle

Računalstvo u magli (engl. fog computing, fogging) je model u kojem su aplikacije, podaci i obrada koncentrirane uređajima na rubu mreže umjesto da su koncentrirane u cijelosti u paradigmi oblaka. To je paradigma raspodijeljenog računalstva koja objedinjuje i proširuje načela računalstva u oblaku i rastuću industriju Interneta stvari (engl. Internet of Things, IoT).

Takav koncept računarstva na rubu mreže nastao je na odgovor na naglo povećanje količine i složenosti podataka, uređaja i umrežavanje sustava. Paradigma magle proširuje paradigmu

¹⁶ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

¹⁷ Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.

oblaka tako da bude bliže stvarima koje proizvode i djeluju na temelju IoT podataka. Ovi uređaji, nazvani čvorići za maglu, mogu se postaviti bilo gdje s mrežnom vezom: na tvorničkom podu, na vrhu stupa snage, uz željezničku prugu, u vozilu ili na naftnoj platformi. Zahvaljujući širokoj geografskoj povezanosti i distribuciji paradigmi je stvorena za velike analize podataka. Svaki uređaj s računalom, pohranom i mrežnim povezivanjem može biti čvor magle. Primjeri uključuju industrijske kontroleri, regulatore, prekidače, usmjerivače, ugrađene poslužitelje i kamere za video nadzor.¹⁸

Računalstvo u magli podrazumijeva korištenje virtualizacije i dijeljenje resursa u visoko skalabilnim podatkovnim centrima i mikro podatkovnim centrima u blizini malih uređaja (pametnih uređaja, usmjernika i drugih mrežnih uređaja). Važno je odrediti koje poslove obraditi na računalnim resursima u blizini, a koje isporučiti u podatkovne centre računalstva u oblaku, kao i optimizirati alokaciju resursa za takve zadatke.

1.2.2. Povijesni razvoj računalne paradigme magle

Pojam računalne paradigme magle povezan je s tvrtkom Cisco, koja je registrirala naziv "Cisco Fog Computing", koji je igrao na računalstvu u oblaku, kao što je u oblacima na nebu, a magla se odnosi na oblake u blizini tla. U 2015. godini otvoren je OpenFog konzorcij s članovima osnivačima ARM, Cisco, Dell, Intel, Microsoft i Sveučilištem Princeton te dodatnim članovima, uključujući GE, Hitachi i Foxconn. IBM je uveo blisko srodne i uglavnom sinonimne (iako u nekim situacijama ne baš točno) pojmove "ručno računanje".¹⁹

1.2.3. Komunikacijske razine računalne paradigme magle

Ulogu fizičkih uređaja na kojima se odvija računalstvo u magli, tj. čvorova u magli mogu obnašati senzori, regulatori, poslužitelji, mrežni preklopnici, nadzorne kamere, i drugi uređaji koji imaju mogućnost obrade, pohrane i umrežavanja Bluetooth, WiFi ili Ethernet tehnologijom.

U oblak se uz pomoć IP protokola šalju odabrani podaci koje je potrebno dugotrajno pohraniti i izvršiti detaljnu analizu. Budući da svaki dio računalstva u magli može biti povezan s drugim dijelom u magli ili s oblakom, komunikacijske razine koje treba razmatrati

¹⁸ Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are, dostupno na: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf, pristupljeno: 09.05.2019.

¹⁹History of fog computing, dostupno na: <https://www.techradar.com/news/what-is-fog-computing>, pristupljeno: 08.05.2019.

i analizirati su oblak - magla, magla - magla, magla - rosa (engl. cloud-fog, fog-fog i fog-dew) i to s obzirom na dijeljenje pohrane, računalnih i mrežnih resursa, upravljačkih mehanizama.

Slika 5. Komunikacijske razine računalne paradigme magle



1.2.4. Internet stvari i umrežavanje u računalnoj paradigmi magle

Internet stvari (IoT) je koncept koji podrazumijeva spajanje bilo kojeg uređaja na internet i/ili s drugim uređajima. Figurativno se može zamisliti kao velika mreža koja povezuje milijune i milijune uređaja koji međusobno komuniciraju i razmjenjuju informacije. Ovakvi uređaji imaju novu razinu digitalne inteligencije koja im omogućuje komuniciranje i razmjenu podataka u realnom vremenu bez ljudske uključenosti u tu komunikaciju.²⁰

Definicija interneta stvari evoluirala je zbog konvergencije višestrukih tehnologija, analitike u stvarnom vremenu, strojnog učenja, robnih senzora i ugrađenih sustava. Tradicionalna područja ugrađenih sustava, bežične senzorske mreže, kontrolni sustavi, automatizacija (uključujući automatizaciju u kući i zgradama) i drugi doprinose omogućavanju interneta stvari.

Na potrošačkom tržištu, IoT tehnologija je najviše sinonim za proizvode koji se odnose na koncept "pametne kuće", koja obuhvaća uređaje i uređaje (kao što su rasvjetna tijela, termostati, kućni sigurnosni sustavi i fotoaparati i drugi kućanski aparati) koji podržavaju

²⁰ IoT ili Internet stvari, dostupno na: <https://www.ofir.hr/post/iot-ili-internet-stvari>, pristupljeno: 08.05.2019.

jedan ili više zajedničkih ekosustava, a mogu se kontrolirati putem uređaja povezanih s tim ekosustavom, kao što su pametni telefoni i pametni zvučnici.²¹

Internet of Things (skraćeno: IoT) koji se naziva u hrvatskom jeziku Internet stvari te njegov unaprijeđeni oblik nazvan „Internet of Everything“ (skraćeno IoE), predstavlja mrežu elemenata opremljenih za prikupljanje, obradu, komuniciranje i razmjenu podataka. IoE čine četiri ravnopravna ključna elementa: ljudi (njihovo međusobno povezivanje), procesi (isporuka pravih podataka pravoj osobi – stvari u pravo vrijeme), podaci (pretvaranje podataka u vjednije informacije radi donošenja efikasnijih i efektivnijih odluka) i stvari (fizički uređaji i objekti povezani internetom i između sebe radi donošenja kvalitetnijih odluka), dok je fokus IoT-a pomaknut na stvari – različite vrste uređaja koji su opremljeni sensorima i spojeni preko interneta kako bi mogli komunicirati. Osim toga, IoE dodatno unapređuje moć IoT-a kroz poboljšane rezultate poslovanja i industrije te u konačnici poboljšao živote ljudi prateći napredak IoT-a. Iako IoT nudi još mnogo neistraženih mogućnosti, iznimno je brzo evoluirao od prve glasine do gotovo neprimjetnog dijela našeg života. Ta transformacija protekla je tako glatko, gotovo da je nismo bili niti svjesni.²²

Primjerice današnji uređaji kao što su pametni telefoni sadrže različite senzore koji stalno očitavaju i šalju ogromne količine informacija bez da mi primjećujemo ili smo toga svjesni. Automobili su »pametniji« nego što su to prije bili, infrastruktura koja se nalazi svugdje oko nas (svjetla, dizala, transport, tvornice, energetske sustavi) sadrži veliki broj senzora koji su neophodni za njihovo održavanje, uočavanje problema i sigurnost. Postoje različite vrste uređaja koji su opremljeni raznim sensorima i spojeni putem interneta kako bi mogli komunicirati i razmjenjivati podatke sa nama, našim kućama, automobilima i drugim uređajima, te kako bi mogli pratiti privatne i poslovne aktivnosti, potom kako bi nas mogli savjetovati, upozoriti ili pak otkloniti problem i sami obaviti dio posla za koji su im dane informacije, rješenja, alati i ovlasti za rješavanje nastalog problema. IoT je važan kotač za inovacije i usluge usmjerene prema potrošačima, takav sustav podiže korištenje podataka i njihovu analizu, i omogućava potpuno nove i prilagođene aplikacije, vrste poslovanja i drugačije tokove prihoda u svim sektorima. IoT je treći val u ciklusu razvoja interneta i predstavlja logičan korak u razvoju.

²¹ Internet of things, dostupno na: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>, pristupljeno: 08.05.2019.

²² Šijanović Pavlović, S., Bolanča, A., Pavlović, D. (2018.): „Internet of Things“ i „Blockchain“ kao alati razvoja fleksibilnog energetskog sektora. Nafta i Plin, 38 (153), str. 108.

IoT postaje jako važan čimbenik razvoja za budućnost te će zasigurno biti u fokusu nove industrijske revolucije odnosno ukupne svjetske digitalizacije koja podrazumijeva senzore diljem svijeta i internetsku povezanost ne samo ljudi već i tehnologije i okruženja. Prema nedavnoj Gartnerovoj analizi 15 posto kompanija već koristi IoT u svom poslovanju, najčešće logistici. Stručnjaci predviđaju da će taj postotak u sljedećim godinama izrazito brzo rasti.²³

IoT omogućuje tri tipa komunikacije:

- komunikacija stvari (uređaja) s ljudima;
- komunikacija između stvari (uređaja);
- komunikacije između uređaja (engl. machine to machine / M2M).

Internet stvari je omogućuje razmjenu informaciju ljudi i uređaja te uređaja s povezanim uređajima, objedinjujući ih u mrežu kojom se upravlja putem interneta. Mogućnosti primjene interneta stvari su velike i raznolike, a uključuju gotovo sva područja ljudskog djelovanja.

1.2.5. Prednosti i nedostaci računalne paradigme magle

Prednosti računalstva u magli je tada se transakcije izvode uz osiguranu zaštitu, usmjerenost na klijente za osiguravanje autonomije, agilnost, obradu u stvarnom vremenu i kontrola sustava i dinamičko udruživanje nekorištenih resursa uređaja krajnjih korisnika. Računalstvo u magli olakšava korištenje i programiranje računalnih usluga i usluga pohrane podataka između vioko skalabilnih centara i krajnjih uređaja, podržava mobilnost korisnika, analizu velike količine podataka koji zahtijevaju brzu obradu. Osim u IoT, računalstvo u magli će važnu ulogu imati i u ostvarivanju mobilnih mreža i usluga pete generacije (5G), postizanju boljih performansi web stranica i slično. Poznata lokacija čvorova unutar mreže i široka zemljopisna rasprostranjenost smanjuje latenciju i skraćuju vrijeme izvršavanje zadataka te sama mogućnost interakcije u stvarnom vremenu važna je za aplikacije i probleme koje zahtijevaju brzu reakciju.

²³ Šijanović Pavlović, S., Bolanča, A., Pavlović, D. (2018.): „Internet of Things“ i „Blockchain“ kao alati razvoja fleksigurnog energetskog sektora. Nafta i Plin, 38 (153), str. 109.

U nastavku su najčešće prijavljeni nedostaci u računalnoj paradigmi magle:

- Za neke, cjelokupni koncept magle čini se složenim i zbunjujućim. Sustav koji uključuje mnoge uređaje koji pohranjuju i analiziraju vlastite podatke i koji se mogu nalaziti bilo gdje, u bilo koje vrijeme dodaje složenost mreži koja je jednom poslala sve svoje podatke na centraliziranu lokaciju.
- Povećane veze znače povećani rizik. S brojnim uređajima, a time i brojnim korisnicima, rizik za oštećene ili zaražene datoteke, aplikacije ili propuštanje informacija u glavni tok podataka tvrtke dramatično se povećava.
- Podaci koji napuštaju prostorije. Pomoću računalstva za maglu veliki se broj podataka pohranjuje na samim uređajima. Ti se uređaji često nalaze izvan fizičke lokacije ureda, a mnoge tvrtke ili poslovni menadžeri smatraju da ta konfiguracija povećava rizik od kršenja podataka ili hakiranja.

2. PRIMJENA RAČUNALNIH PARADIGMI OBLAKA I MAGLE U PAMETNIM GRADOVIMA

Puno je putova i smjerova koji pokušavaju objasniti što je zapravo pametni grad i što on treba sadržavati. Popularni opis za smart city uključuje: održivi razvoj, pametne i interaktivne gradske sustave, novi i drugačiji pristupi rješavanja problema unutar grada osobito u komunalnom dijelu poslova i uređenje gradova.

2.1. Pojmovno određenje pametnih gradova

Pametni grad je oznaka za grad koji primjenjuje informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT) kako bi se poboljšala kvaliteta i izvedba urbanih usluga kao što su energija, transport i komunalne usluge te kako bi se smanjila potrošnja resursa, rasipanje i ukupni troškovi. Glavni cilj pametnog grada je poboljšati kvalitetu života svojih građana putem pametne tehnologije.²⁴

Pametni grad je područje koje koristi različite vrste senzora za prikupljanje podataka kako bi se osigurale informacije potrebne za upravljanje imovinom i resursima^[1]. Prikupljaju se informacije od senzora, nadzornih kamera i ljudi koje se obrađuju i analiziraju za praćenje i upravljanje; prometnim i transportnim sustavima, elektranama, vodoopskrbnim mrežama, policijom, informacijskim sustavima, školama, knjižnicama, bolnicama i drugim zajednicama.²⁵

Britanski Odjel za poslovanje, inovacije i vještine (BIS) pametne gradove smatra procesom, a ne statičnim ishodom, u kojem povećana uključenost građana, teška infrastruktura, društveni kapital i digitalne tehnologije čine gradove življim, otpornijim i sposobnijim odgovoriti na izazove.²⁶

Britanski institut za standarde (BSI) taj pojam definira kao “učinkovitu integraciju fizičkih, digitalnih i ljudskih sustava u izgrađenom okruženju kako bi se građanima pružila održiva, prosperitetna i uključiva budućnost”.

²⁴ Definition - What does Smart City mean?, dostupno na: <https://www.techopedia.com/definition/31494/smart-city>, pristupljeno: 10.05.2019.

²⁵ Just what is a smart city?, dostupno na: <https://www.computerworld.com/article/2986403/just-what-is-a-smart-city.html>, pristupljeno: 10.05.2019.

²⁶ Smart cities definitions, dostupno na: <https://www.centreforcities.org/reader/smart-cities/what-is-a-smart-city/1-smart-cities-definitions/#fn-2>, pristupljeno: 10.05.2019.

Cisco definira pametne gradove kao one koji usvajaju "skalabilna rješenja koja koriste prednosti informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT) kako bi povećali učinkovitost, smanjili troškove i poboljšali kvalitetu života“.

2.2. Ključni elementi izgradnje pametnog grada

Pametni gradovi ostvaruju se putem šest ključnih elemenata:

- Pametna ekonomija,
- Pametno upravljanje,
- Pametan okoliš,
- Pametni ljudi,
- Pametna mobilnost,
- Pametno življenje.²⁷

Pametna se ekonomija sastoji od poduzetništva, inovativnog duha, prepoznatljive ekonomije, produktivnosti, međunarodne povezanosti, fleksibilnosti i tržišta rada te sposobnosti prilagođavanja promjenama.

Pametno upravljanje obuhvaća sudjelovanje u donošenju odluka, javne i socijalne usluge, transparentnu vladu te političke snage i perspektive. Pametan okoliš obuhvaća atraktivnost prirodnih uvjeta, zaštitu prirode te menadžment izvornih resursa.

Pametni ljudi obuhvaćaju stupanj obrazovanja, težnja istih prema cjeloživotnom obrazovanju, socijalnu i etničku čistoću, kreativnost i fleksibilnost te sudjelovanje u javnom životu.

Pametna mobilnost obuhvaća lokalnu i međunarodnu dostupnost, dostupnost informacijske i komunikacijske infrastrukture, sustavnu inovativnost i siguran sustav transporta. Pametno življenje obuhvaća zdravstvene uvjete, osobnu sigurnost, kvalitetu stanovanja, socijalnu koheziju, obrazovne ustanove i dr.

Dosadašnja istraživanja i inicijative kojima je cilj planiranje i stvaranje pametnog grada dokazale su da ne postoji unaprijed određen pristup kako bi grad bio pametniji i održiv. Svaki grad predstavlja različiti sustav, gdje različiti akteri - gradska uprava, komunalna poduzeća i građani poduzimaju brojne aktivnosti, stvarajući kompleksne interakcije i

²⁷ Giffinger, R., Kramar, H. Haindl, G. (2008): The role of rankings in growing city competition , XI. Eura Conference, Milan, October 9-11, str. 4.

međuovisnosti. Shvaćajući posebne ekološke i društvene kontekste grada, njegove prioritetne aktivnosti, kao i njegovu povijest i specifična obilježja, važno je uspostavljanje metodologije koja će pomoći da se pronađe optimalan put ka konačnom cilju – održivom i pametnom gradu.

Jedinice lokalne uprave i samouprave na svim razinama trebaju razviti strateške planove kao okvir za provođenje ideja; optimizirati određene usluge i prilagoditi ih očekivanim potrebama građanima; razvijati transparentne tarifne sustave koji odražavaju stvarne troškove pružanja usluga građanima; podržati proces otvaranja podataka s korisnim informacijama te na koncu - razviti integrirane tehnološke platforme koje omogućuju upravljanje pametnim i održivim gradovima.²⁸

Gradovi koji odluče unaprijediti svoju infrastrukturu i razvijati sustav pametnog grada najprije moraju odrediti put i prioritete koje žele riješiti, snagu i slabosti, identificirati sudionike te uspostaviti suradnju sa njima, implicirati te transformacije na funkcioniranje gradske uprave, kao i mehanizme koji će osigurati kontinuirano sudjelovanje i povratne informacije građana tijekom cijelog procesa (kako kratkoročno, tako srednjoročno pa i dugoročno). Osnova za kreiranje pametnog održivog grada uvelike se temelji na osvještavanju sudionika i lokalnog stanovništva o tomu što znači pametan održivi grad, kakve uvjete treba ispuniti i što se od njega očekuje.

Ideja pametnog grada je izrazito zahtjevna i uvelike uvjetovana stupnjem razvoja tehnologije unutar grada, stupnjem obrazovanja građana, stupnjem uključenosti privatnog sektora i drugih važnih dionika. Pametni grad ni u kojem slučaju nije isključivo tehnološki proces što često promovira industrijski sektor svođenjem stvaranja pametnog grada na implementaciju primjerice pametne rasvjete ili upravljanja prometom već je to složen proces - prije svega poslovne transformacije i adaptacije velikog broja onih koji sudjeluju u svim aspektima funkcioniranja grada, a u konačnici i samih stanovnika.²⁹

2.3. Računalne paradigme oblaka i magle u pametnim gradovima

Uvođenjem bilo koje nove ideje unutar grada započinje definiranjem vizije, misije i osnovnih ali ključnih ciljeva koji se žele postići. Početak nebi trebao biti provođen od strane

²⁸ Kako izgraditi pametan i održiv grad?, dostupno na: <http://www.infotrend.hr/clanak/2016/7/kako-opametiti-svoj-grad-.88,1262.html>, pristupljeno: 10.05.2019.

²⁹ Postavljanje temelja za pametni održivi grad, dostupno na: <http://www.infotrend.hr/clanak/2016/7/kako-opametiti-svoj-grad-.88,1262.html>, pristupljeno: 10.05.2019.

grada ali svakako trebaju pratiti i kordinirati tu ideju kako bi se razvijala vizija u skladu sa razvijenim strateškim dokumentom. Iako se radi o bottom-up pristupu, te bi ideje trebale proizlaziti iz rješenja postojećih problema koje dionici imaju, a gradonačelnik je vrh te početne piramide. On treba zadati koncepte i ciljeve koji su cilj njegove administracije, ali koji osiguravaju rast i razvoj te rješavaju probleme dionika. Prepoznavanje gradskih problema i jasan stav oko njihova rješavanja temelj su dobro vođenoga grada. Dobro vođeni grad može i ima preduvjete postati pametan grad.

Uvođenjem računarstva u oblaku i magli te pružanje gotovih aplikacija preko interneta kao oblik usluge pomogao bi u razvijanju pametnog grada te personaliziranju tih aplikacija i usluga kako bi se razvio vlastiti identitet. Da bi grad postao „pametan“, nisu dovoljni samo napredna tehnologija, pametna mreža, pametno mjerenje, internetske stvari ili inteligentni prijevozni sustavi. Svaki pametni grad mora biti prepoznat i privlačan investitorima, građanima i turistima. Koncept pametnih gradova mora stoga uzeti u obzir različite zahtjeve, ograničenja i prednosti te izazove s kojima se pojedini gradovi suočavaju. Status pametnoga grada u jednom gradu ne predstavlja isti status u drugome, kao ni uvjete njihovih ostvarenja. Stoga je dobro razrađena strategija razvoja pametnoga grada definitivno neophodno rješenje.

Unutar svakog grada postoji nevidljiva komunikacijska i interaktivna mreža, te je cilj svakog pametnog grada da on tu mrežu razvije na što bolji način kako bi unaprijedio sustav funkcioniranja samog grada, sigurnost, infrastrukturu i drugo. Svaki senzor, kamera, kontroler koji ima pristup Internetu može činiti mrežu grada i pružati korisne informacije za razvoj kao i olakšati život građanima. Uspješna interakcija stanovnika, turista i gospodarstva generira uspješan suživot i ugodno življenje, odnosno boravak u lokalnoj zajednici.

U posljednje vrijeme svjedočimo velikom tehnološkom napretku što pruža različite mogućnosti u komunikaciji i djelovanju odnosno poboljšanju života stanovništva. Nova tehnologija donijela je sa sobom jednostavniji i ne tako skupi napredak. Danas je sa stajališta energetske učinkovitosti dostupan niz materijala i tehnoloških rješenja koji mogu dati očekivane omjere uštede u odnosu na nekadašnje tehnologije. Rezultat tome je jeftinija i dostupnija tehnologija.³⁰

U nastavku će biti opisane neke paradigme oblaka i magle u pametnim gradovima.

³⁰ Paliaga, M., Oliva, E. (2018.): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, Ekonomska misao i praksa Br.2., str. 570.

Pametniji gradski lokalni prijevoz

Računarstvo oblaka i magle može uvelike pridonijeti kvalitetnijem lokalnom prijevozu i sigurnosti. Stanovništvo i posjetitelji (gosti i turisti) primarno trebaju visoku i brzu pokretljivost. Gradska mobilnost treba zadovoljavati standarde sigurnosti i jednostavnog korištenja. Automobili, vlakovi, autobusi, bicikli i motori osnovni su koncept sudjelovanja u prijevozu unutar urbanoga gradskog područja. Sustavi javnog i privatnog prijevoza međusobno su povezani i interaktivni. U toj interakciji, u nepostojanju konstruktivnih pametnih rješenja stvara se dojam neorganiziranosti, odnosno gužvi, a povremeno u nekim većim gradovima i kaotičnosti u prometu. Korištenjem raznih senzora i čipova u vozilima i diljem grada te njihovo umrežavanje u razvijenim aplikacijama temeljene na paradigmama oblaka i magle pomoglo bi u navigaciji vozila u slučaju velikih prometnih gužvi, pružanju informacija korisnicima lokalnog prijevoza o vremenu dolaska određene vrste prijevoza kao i mogućnost inovacija i napretka u budućnosti. Međutim, prijevozna rješenja unutar nekoga grada uglavnom ovise o veličini toga grada. Gradovi s većom gustoćom naseljenosti tradicionalno ulažu veće napore u razvoj lokalnog javnog prijevoza.³¹ S druge strane, veličina grada i veća gustoća naseljenosti vode k neekonomičnosti pojedinih područja poput transporta, sigurnosti ili potrošnje energije, što ga čini manje pametnim, ali se kreira veći potencijal za uporabu tehnologije prilikom rješavanja problema.³²

Ideje pametnoga grada i pametnog prijevoza trebaju biti usmjerene na stvaranje sigurnog i dostupnijeg javnog prijevoza, koji pruža razne aplikacije za pametne telefone s opcijama poput plaćanja karti, odabira najbrže linije, dojava o kašnjenju i tehničkim problemima i sl. Korištenje računarskih paradigmi oblaka i magle pružile bi bolju analizu podataka temeljene na velikim količinama informacija te uvid u probleme pojedinih vrsta prijevoza što bi donijelo određenu prednost u pripremi i organiziranju autobusnih, željezničkih i brodskih linija.

Javni gradski i privatni prijevoz trebao bi se osloniti na inovativna tehnološka rješenja te stvaranje pametnog sustava koji bi unaprijedio trenutnu infrastrukturu, olakšao upravljanje i korištenje te unaprijedio prijevozni mrežni sustav i učinio ga pristupačnijim i interaktivnijim. Primjeri takvih rješenja mogu se pronaći u brojnim gradovima, a to su, primjerice: mobilna

³¹ Jun, M. Y., Kwon, J. H., Jeong, J. E. (2013): The effects of high-density suburban development on commuter mode choices in Seoul, Korea, *Cities*, Vol. 31, str. 230-238.

³² Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, C. A., Mangano, G., Scorrano, F. (2013): Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts, *Cities*, Vol. 38, str. 25-36.

naplata parkirališta, aplikacije za iznajmljivanje automobila, interaktivne aplikacije za pametne telefone koje sadrže integrirani sustav rasporeda javnog prijevoza i naplate karata, pametne kamere i senzori za identifikaciju slobodnih parkirališnih mjesta, prometnih gužvi, preusmjerenja prometa i sl.

Pametnija digitalna gradska infrastruktura

Stvaranje aplikacije koja koristi razne senzore na raznim lokacijama diljem grada koja pruža informacije o temperature, vlazi, svjetlosti, količini ugljikovog dioksida i brojnim drugim bitnim informacijama koje se ažuriraju i šalju online te pružaju mogućnost za bolje upravljanje gradskom infrastrukturom. Gradovi današnjice zahtijevaju gradsku čvrstu digitalnu infrastrukturu koja se sastoji od optičke fiksne i bežične mobilne mreže. Dio literature o pametnim gradovima ističe potrebu planiranja i kontrole grada te informacijsko-komunikacijsku tehnologiju kao gradski digitalni živčani sustav koji obuhvaća i integrira podatke iz heterogenih izvora poput kanalizacijskog sustava, parkiranja, nadzornih kamera, semafora, javnog prijevoza i sl. Stoga su mnogi pametni gradovi zapravo sofisticirani sustavi koji „osjećaju i djeluju“³³ i u kojima se velika količina informacija u stvarnom vremenu obrađuje i umrežava pomoću paradigmi oblaka i magle preko većeg broja postupaka, sustava, organizacija i lanaca vrijednosti s ciljem optimiziranja operacija i informiranja gradske administracije o problemima.³⁴ Iako se samo zbog razine upotrebe tehnologije i same tehnologije ne može reći da je neki grad pametan, budućnost razvoja tehnologije i njezina integracija u sve gradske sustave zapravo je jedan od temelja kako grad učiniti pametnijim. Sva potencijalno dobra, pametna i jednostavna rješenja polaze od digitalne infrastrukture i njezine dostupnosti. Ono što koncept pametnoga grada treba osigurati jest, uz stabilnu digitalnu infrastrukturu, jednostavan, brz i jeftin pristup potonjoj na način koji je prihvatljiv svima (stanovništvu, gostima i turistima te tvrtkama). Ideja pametnoga grada je ta da postoji mrežni sustav koji će interaktivno djelovati i povezivati cijeli grad, kako bi omogućio kvalitetnije korištenje prometnog sustava, infrastrukture, resursa te poveza javni i privatni sektor.

³³ The vision of a smart city“, dostupno na: [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1897490](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1897490), pristupljeno: 10.05.2019.

³⁴ Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, C. A., Mangano, G., Scorrano, F. (2013): Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts, *Cities*, Vol. 38, str. 25-36.

Uključenost građana i lokalnoga gospodarstva

Uključenost građana u sami projekt pametnog grada jedan je od ključnih rješenja. Njihova uključenost je korisna i za njih jer bi se time osjećali povezani, umreženi i korisni svome gradu te sva rješenja koja gradska administracija pokušava donijeti za stvaranje pametnog grada se najvećoj mjeri odnosi na poboljšanje života lokalnog stanovništva. Dobar je primjer u Republici Hrvatskoj pametno rješenje Smart Rovinj/Rovigno – na temelju mobilne aplikacije „uochi, slikaj, dojavij“ riješeno je više od 1.000 tehničkih komunalnih nedostataka i manjih intervencija od otpada u prirodi do razbijenih dječjih igrališta, ograda i počupanog bilja. Imamo i primjer u Splitu gdje je grad razvio aplikaciju Gradsko Oko Split u kojem se može prijaviti problem vezan za čistoću, komunalni problemi i prometni problemi nakon kojega će gradska i komunalna administracija pregledati nalog te ga u dogledno vrijeme riješiti. Naravno da iza ovakvih inovativnih i pametnih rješenja treba postojati učinkovita komunalna i efikasna gradska administracija.³⁵

Slika 6. Aplikacija za prijavu problema u Splitu



³⁵ Paliaga, M., Oliva, E. (2018.): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, Ekonomska misao i praksa Br.2., str. 571.

Pametni podaci i vizualizacije

Pametne odluke su ključne u razvoju pametnog grada te iz tog razloga gradska administracija te uključeni dionici moraju dobro analizirati postojeće probleme koje grad ima te u velikoj količini podataka koje im pružaju paradigme oblaka i magle izabrati one podatke koje smatraju korisnima i ključnima u razvijanju pametnog grada. Potrebno je razviti aplikacije koji će te podatke generalizirati, obraditi i pametno iskoristiti kako bi pružili što korisnije informacije. Podatke je potrebno prikupljati sustavno te ih povezivati s određenim gradskim uslugama, prijevozom, prometom, infrastrukturom i sl. Pametni podaci omogućit će brže i racionalnije djelovanje u sektorima gdje je to potrebno te će onemogućiti rasipanje resursa u dijelovima gdje koncept pametnoga grada ne bi bio uspješan. Svaki će grad za sebe odrediti svoju viziju, ciljeve i strategije pretvorbe sebe i razvoja pametnih usluga na osnovi prikupljenih podataka i njihove obrade. Ono što je dobro i svrsishodno u New Yorku ili Seulu, nije nužno dobro i isplativo ili uopće potrebno u jednom Zagrebu.³⁶

Korisne informacije i podaci nisu potrebni samo gradskoj administraciji i uključenim dionicima nege i lokalnom stanovništvu pomoću kojeg će grad donijeti kvalitetnija rješenja a sve u svrhu poboljšavanja života lokalnog stanovništva. Digitalna dostupnost, posebna mrežna sučelja, aplikacije, e-uprava, e-administracija – sve su to dijelovi skupljanja i prezentiranja pametnih podataka te njihovo umrežavanje. Digitalna obrada podataka danas omogućuje i njihovu prostornu vizualizaciju na temelju realnih infrastrukturnih i društvenih tijekova nekoga grada. Cilj vizualizacije i analize pametnih podataka jest olakšati donošenje odluka o rastu i razvoju nekoga grada, njegovu potencijalu, njegovim slabostima i snagama.

Pametno vodstvo

Meijer i Bolivar identificirali su četiri tipična koncepta pametnog upravljanja gradom:

1. Vlada pametnog grada,
2. pametno donošenje odluka,
3. pametna administracija i
4. pametna urbana suradnja.

³⁶ Paliaga, M., Oliva, E. (2018.): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, Ekonomska misao i praksa Br.2., str. 572.

Kvalitetna i obrazovana radna snaga unutar gradske administracije potrebna je kako bi se definirala jasna vizija i cilj, te put kojim žele postati pametan grad, odnosno usvojiti koncept pametnoga grada koji nije moguć bez pametnog vodstva. Donošenje strateškog dokumenta u kojem će jasno biti objašnjeni planovi pametnog grada nije dovoljno ako se u gradskoj administraciji ne nalaze ljudi koji su odlučni i hrabri u donošenju odluka koje će pomoći gradu u ostvarivanju tog cilja. Odlučno i pametno vodstvo rezultirat će dobrom primjenom i dugoročnim koristima za cijelu lokalnu zajednicu. Upravo se stoga nameće zaključak kako se pametno vodstvo temelji na pametnoj administraciji i pametnom upravljanju, uključuje digitalni način prikupljanja podataka te donošenje inovativnih rješenja, uz inovativne načine suradnje.³⁷

2.4. Primjeri pametnih gradova u svijetu

Pametni gradovi je koncept koji postoji već duže vrijeme. Poznati svjetski gradovi a i svi drugi su već duže vrijeme svjesni nužnosti integracije digitalnih tehnologija u svoje procese te su osvijestili bitnost procesa digitalne transformacije u cilju osiguranja dugoročno održivog razvoja. No, izgradnja pametnih gradova nije proces koji se odvija brzo. U zadnjih desetak godina, nekoliko europskih gradova je učinilo velike korake k razvoju pametnih sredina te su se uspješno profilirali kao digitalno osviještene zajednice i na svjetskoj razini.

2.4.1. Amsterdam

Amsterdam je svoj projekt započeo 2009. godine s ciljem da bi poboljšao proces odlučivanja i donošenja odluka unutar grada. Projekt je trebao pomoći gradskoj administraciji u pronalaženju uzroka određenog problema i njegovog rješenja u što kraćem roku. Grad Amsterdam je želio da se projektom omogući smanjenje prometnih gužvi, smanji potrošnja energije i poboljša opća sigurnost za stanovnike i posjetitelje. U ovom trenutku, u sklopu inicijative razvija se više od 170 projekata, nastalih kolaboracijom gradskog stanovništva, poduzetnika koji djeluju na području grada i gradske uprave. Amsterdam potiče građansku participaciju zaprimanjem i nagrađivanjem najboljih pametnih rješenja i prijedloga koji se svake godine prijavljuju na „Amsterdam Smart City Challenge“ te najboljim idejama

³⁷ Paliaga, M., Oliva, E. (2018.): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, Ekonomska misao i praksa Br.2., str. 574.

osigurava platformu za daljnji razvoj, stavljajući im na raspolaganje kompletnu gradsku infrastrukturu.³⁸

2.4.2. Barcelona

Barcelona je svoju priliku u stvaranju pametnog grada vidjela u tome da stvori zajedničku platformu koja će umrežiti informacijsko komunikacijske tehnologije te time pokušati riješiti problematiku unutar grada. Započela je svoju transformaciju u pametni grad sa željom da svojim građanima i posjetiteljima omogući sigurnije i logistički prihvatljivije okruženje. Zbog velike količine turista i samog lokalnog stanovništva prioritet je bio riješiti prometnu zagušenost. Koristeći tzv. CityOS principe (gradski „operativni sustav“ – umrežena platforma koja s jedne točke nadzire sva događanja u gradu, vezano uz prometnu regulaciju, sigurnost, komunalne djelatnosti i dr., op.a) Barcelona je uspostavila sustav planiranja ruta za službe hitne pomoći, optimizirala učestalost i putanje svojeg javnog prijevoza te omogućila lakše pronalaženje parkirnih mjesta u centru grada. Primjenom paradigme magle razvila je pametne semafore te analizom podataka semafori znaju kada je veća gužva u određenom smjeru te će na tom semaforu zeleno svjetlo duže trajati. Ova vrsta tehnologije donijela je znatno kraće putovanje te znatno manje prometne gužve u prometu. Upravo paradigme magle i oblaka pružaju tu umreženu platformu u kojoj bi obuhvatili sva pametna rješenja za jedan grad. Navedeno je postignuto izgradnjom „otvorenog sustava“ u kojem grad ima vlasništvo i nadzor nad platformom, mrežom i podacima, no građani, poduzetnici i svi ostali zainteresirani dionici mogu predlagati i stvarati nove funkcionalnosti, pridonoseći time širenju mreže obuhvata pametnog grada.

2.4.3. Stockholm

Stockholm je jedan od pionira u uvođenju optičke mreže koja povezuje cijeli grad u jednu platformu te je završio izgradnju već 1994 godine. Konstantno ulaganje u obnavljanje i poboljšavanje infrastrukture čini ih pametnim gradom koji se stalno pokušava unaprijediti. Strateški okvir grada utvrdio je važnost korištenja informacijsko-komunikacijskih tehnologija u svrhu poboljšanja energetske učinkovitosti cjelokupne zajednice, što se postiže izgradnjom energetski učinkovitih zgrada, optimizacijom prometa i prometnih ruta kako bi se povećala protočnost i smanjili zastoji te razvojem e-usluga, kako bi se smanjilo administrativno

³⁸Strategija razvoja pametnog grada, dostupno na: https://www.grad-krk.hr/sites/default/files/files/smartcity_krk_strategija_razvoja_pametnog_grada_javna_objava_final.pdf, pristupljeno: 11.05.2019.

opterećenje uprave, ubrzali upravni procesi te smanjila količina papira u svakodnevnom poslovanju. Stockholm je također omogućio i razvoj posebnih „pametnih regija“ koje se specijaliziraju za određene djelatnosti, bilo to proizvodnja ili, u slučaju „Kista Science City Region“ (Regija znanstvenog grada – Kista), istraživanje i razvoj te suradnja po „triple-helix“ principu.³⁹

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PREPORUKE ZA GRAD SPLIT

Split je najveći grad u Dalmaciji, drugi po veličini grad u Hrvatskoj. Prema posljednjem popisu stanovništva provedenom 2011. godine Split ima skoro 180 tisuća stanovnika. Split je jedna od vodećih putničkih luka na Mediteranu te druga luka po veličini kada je riječ o području Republike Hrvatske. Upravno je središte Splitsko-dalmatinske županije.⁴⁰

s tri strane okružen morem, Split je obilježen i okolnim planinama, Mosorom na sjeveroistoku, Kozjakom na sjeverozapadu te brdom Marjan, jednom od najvažnijih gradskih simbola, na zapadnom dijelu poluotoka - u blizini stare gradske jezgre. Split okružuju otoci Brač, Hvar, Šolta i Čiovo.

3.1. Glavni problemi u gradu Splitu

Autor Mater Prlić je u 2017.godini proveo istraživanje o glavnim problemima koje stanovništvo grada Splita smatraju problematičnima. Navedena anketa pokazale je kako su sljedeći problemi najviše problematični u gradu Splitu:

- Splitska bolnica (40%)
- Razina sigurnosti (24%)
- Zrakoplovne veze (22%)
- Karepovac (21%)
- Loše korištenje EU fondova (18%)
- Nedostatak strategije razvoja grada (18%)
- Nedostatak parkova i zelenih površina (16%)

³⁹Strategija razvoja pametnog grada, dostupno na: https://www.grad-krk.hr/sites/default/files/files/smartcity_krk_strategija_razvoja_pametnog_grada_javna_objava_final.pdf, pristupljeno: 11.05.2019

⁴⁰ Split, dostupno na: <https://visitsplit.com/hr/1232/polozaj>, pristupljeno: 12.05.2019.

- Poduzetnička klima (13%)
- Prometna preopterećenost (12%)
- Uzurpacija javnih površina(11%).⁴¹

Značajan problem u Splitu je prometna infrastruktura. Situacija je time gora jer su se posljednja konkretna ulaganja u prometnu infrastrukturu dogodila prije 40 godina Naime, broj registriranih vozila u Splitu je preko 92.000, u Županiji 222.000, a tijekom ljeta opterećenje automobilima na cijelu aglomeraciju još je veće.⁴²

Direktor Split parkinga Marko Bartulić na Međunarodnom susretu gradova na temu „Kako poboljšati urbanu mobilnost?“ održanu u Splitu početkom svibnja ove godine, istaknuo je nekoliko modela koje Split može primijeniti da bi rasteretio prometnu opterećenost te naglasio kako je ključno planiranje i dosljednost. *„Neka od rješenja su, među ostalim car sharing, park and ride sistem i unaprjeđenje javnog gradskog prijevoza. Danas smo željeli čuti iskustva drugih gradova te pokazati kako dosljedno provode planirane korake što u Splitu izostaje zadnjih 30 godina. Naše goste došli su čuti svi dionici mogućeg rješenja za Split, uključujući i izrađivače nove strategije. Svi ovi gradovi imaju rješenja čiji barem dio mi možemo implementirati, a ključno je urbanističko planiranje i održivi model. –*, istaknuo je Bartulić“

Miroslav Delić, direktor tvrtke Promet, naveo je ključne probleme javnog gradskog prijevoza, ali i najavio na kojim poboljšanjima se radi. *„Jedan smo od rijetkih gradova koji nema prometne trake namijenjene autobusima kojima nije prilagođen ni sustav semafora, a godišnje prevezemo 35 milijuna putnika i prijeđemo nešto manje od 10 milijuna kilometara. Promet trenutno nabavlja nekoliko kontingenata novih autobusa kako bi poboljšali uslugu prijevoza, poboljšavamo i sustav ticketinga, ali su nam bitna i strana iskustva da se lakše možemo uhvatiti u koštac problemima. Ovdje smo dobili jedan dobar putokaz.“* – ističe Delić.

„Satima se putuje do gradova u okolici Splita i to je nacionalni problem. Konačno je taj problem postao nacionalna tema, a struka tu mora zadati pravac. Drago mi je da je Vlada

⁴¹ Anketa: Što je najveći problem grada Splita?, dostupno na: <http://dalmatinskiportal.hr/vijesti/anketa--sto-je-najveci-problem-grada-splita-/18933>, pristupljeno: 1205.2019.

⁴² Europski gradovi u splitu predstavili svoja prometna rješenja: “Satima se putuje od Splita do gradova okolice i to je nacionalni problem!”, dostupno na: www.dalmacijadanas.hr/europski-gradovi-u-splitu-predstavili-svoja-prometna-rjesenja-satima-se-putuje-od-splita-do-gradova-okolice-i-to-je-nacionalni-problem, pristupljeno: 13.05.2019.

RH te probleme okarakterizirala kao projekte od nacionalne važnosti. Splitska aglomeracija broji oko 350 tisuća ljudi, a probleme neće riješiti samo Gradsko vijeće, samo ja, nego samo zajedno. Ono što je dobro za Kaštela dobro je za Split, što je dobro za Solin, dobro je za Split i obrnuto. Nedavno smo ovdje predstavili Split United, a to je model u kojem smo ujedinili i planiramo ujediniti sve snage koje imamo da bi dugoročno riješili probleme koje imamo“ – kazao je Andro Krstulović Opara na istaknutom Međunarodnom susretu gradova.⁴³

3.2. Korištenje računalne paradigme oblaka i magle u Splitu

Veliki problem u gradu Splitu predstavljaju parking mjesta kojih je premalo što predstavlja veliki izazov za Split parking u gradu koji na 92 tisuće registriranih automobila nudi tek 25 tisuća legalnih mjesta za parkiranje. Situacija je još gora tijekom ljeta jer kroz Split ukupno prođe oko 800 tisuća turista, a svake godine ih je sve više, pa je izvjesno da ni agresivna gradnja novih garaža neće tako brzo ni lako riješiti ovaj problem. U gradu su se stoga okrenuli i alternativnim metodama, a zasad im dosta dobro ide.

Grad Split razvio je aplikaciju Smart City. Aplikacija Smart City postala je potpuno funkcionalna i skinulo ju je više od 12 tisuća građana, a svakog sata ima šezdesetak korisnika, što je rezultat koji je premašio očekivanja. Princip je jednostavan: svih 1400 uličnih parkirališta pokriveno je senzorima koji vozača navode do najbližeg slobodnog mjesta za parkiranje. Pomoću nje moguće je i plaćati po tridesetak posto nižim cijenama u odnosu na SMS, zatim prijaviti prometni prekršaj ili pozvati pauka, a idućih mjeseci slijede nadogradnje i proširenje usluga. Projekt je razvila splitska softverska tvrtka Profico, u njemu sudjeluju Ericsson Nikola Tesla i zagrebački Infoart te nizozemski proizvođač senzora Nedap.⁴⁴

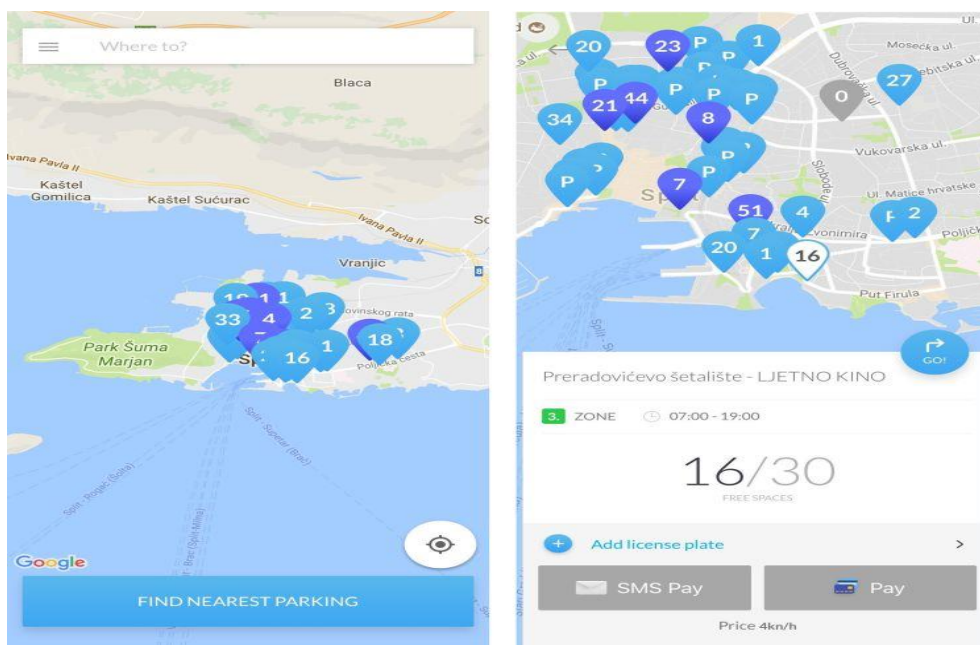
Tvrtka Split parking pokušava riješiti problem parkirnih mjesta u gradu Splitu gradnjom parkirnih garaža na 9 lokacija diljem Splita ali su u uvjerenju da će taj projekt samo ublažiti

⁴³ Europski gradovi u Splitu predstavili svoja prometna rješenja: “Satima se putuje od Splita do gradova okolice i to je nacionalni problem!”, dostupno na: www.dalmacijadanas.hr/europski-gradovi-u-splitu-predstavili-svoja-prometna-rjesenja-satima-se-putuje-od-splita-do-gradova-okolice-i-to-je-nacionalni-problem, pristupljeno: 13.05.2019.

⁴⁴ Split postaje sve pametniji grad: Otkrivamo kako će izgledati spektakularna rotary garaža, dostupno na: <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/split-postaje-sve-pametniji-grad-otkrivamo-kako-ce-izgledati-spektakularna-rotary-garaza-foto-20180324>, pristupljeno: 13.05.2019.

postojeći problem ali ga neće u potpunosti riješiti. Također u drugom dijelu nastoje poboljšati postojeći mrežni sustav kao i poboljšati komunalne intervencije.

Slika 7. Aplikacija za parkiranje



Tijekom ljeta 2018. na splitske ulice napokon su stigle javne bicikle, električne i klasične, koji su bili raspoređene na četiri stanice u najprometnijim dijelovima grada. U Split parkingu otkrili su da će se od ovog ljeta čak uključiti i sa javnim automobilima, sve kako bi se smanjio pritisak na gradsku infrastrukturu. Iskustva europskih gradova pokazala su da jedan javni automobil znatno smanjuje probleme s parkiranjem, ubrzava izmjene na parkiralištima i zamjenjuje oko petnaest regularnih te da često odvraća građane od kupnje drugog ili trećeg vozila u obitelji. Koncept *car-sharing* nije skup, a koristi su višestruke.⁴⁵

Sama aplikacija Split parking u idućem periodu će se nadograđivati kako bi postala jedna od okosnica projekta Splita kao pametnog grada, pa će kroz nju biti moguće kupovati mjesečne pretplate, plaćati gradski prijevoz ili pauk službu, ali i podmirivati račune za komunalne usluge i slično.

⁴⁵ Split postaje sve pametniji grad: Otkrivamo kako će izgledati spektakularna rotary garaža, dostupno na: <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/split-postaje-sve-pametniji-grad-otkrivamo-kako-ce-izgledati-spektakularna-rotary-garaza-foto-20180324>, pristupljeno: 13.05.2019.

3.3. Daljnji razvoj grada Splita kao pametnog grada

U budućem razvoju Splita kao pametnog grada, grad se mora okrenuti rješavanju gorućih problema koji se javljaju na području grada. Značajan problem povezuje sa odlagalištem otpada. Korištenjem kombinacije senzora koji pružaju informacija o težini i razine otpada u pojedinoj kanti i slanje tih informacija na server posebno razvijen za upravljanjem otpadom mogu se optimizirati rute i usmjeravati vozila na ona područja kojima je to potrebnije.

Isto tako implementacija i razvijanje tehnologije pametnih semafora u gradu bila bi od velikih koristi ne samo za vozače nego i za pješake. Ulaganje u razvijanje softvera, postavljanje nadzornih kamera i raznih senzora u gradu te umrežavanje i komuniciranje semafora međusobno diljem grada kako bi regulirali promet i smanjili gužve. Prilikom prometnih nesreća ili velikih prometnih gužva sustav bi se povezivao pamentim telefonima ili navigacijom u automobilu te preusmjeravao vozila drugim rutama.

Tvrtka Profico koja je napravila pametni parking za Split ima još ideja koje želi implementirati da naprave pametni grad. Njihova misija je da unaprijede živčani sustav grada da umjetna inteligencija ima dovoljno podataka da ima što preciznije podatke. To namjeravaju napraviti pomoću instaliranja različitih senzora i kamera i potrebne softverske podloge koja će omogućiti da umjetna inteligencija odrađuje posao s adekvatnim dotokom informacija.

U budućnosti se tako može na području Splita primijeniti sljedeće tehnologije:

- Tehnologije javne rasvjete koje mjere vanjske uvjete pomoću senzora i navedenim uvjetima svjetiljke prilagođavaju jačinu svjetlosti čime se može uštedjeti potrošnja električne energije,
- Tehnologije u kontejnerima za smeće koje putem senzora mjere da li je kontejner prazan ili pun. U navedenom slučaju se planiraju rute smetlarskih kamiona te se tamo štedi na gorivu i smanjuje se emisija stakleničkih plinova.
- Tehnologije pametnih prskalica obuhvaćaju zamjenu automatizirane prskalice i ručno zalijevanje zelenih površina na području grada.
- Tehnologija praćenja javnog prijevoza – ugrađeni GPS sustav autobusa koja prati autobuse na rutama i obavještava korisnika u koje vrijeme će doći pojedini autobus.
- Tehnologije koje koriste senzore koji su u svrhu praćenja prometa u slučaju prometne nesreće, sam algoritam zove hitne službe i pomoć dolazi u najkraćem roku.

- Tehnologija umjetne inteligencije – prati zadovoljstvo turista i lokalnog stanovništva, posebice tijekom ljetnih mjeseci kada se u staroj jezgri javlja velik broj ljudi. Sustav bi usmjeravao turiste da se taj problem umanjuje i ovisno o željama bi predlagao mjesta koje bi ga zanimali korisnici.

Može se zaključiti kako grad Split u budućnosti treba u razvoju grada kao pametnog grada fokus staviti na elemente koji će grad činiti pametnim: na informacijsku komunikacijsku tehnologiju, pametnu mrežu, energetske učinkovitost, pametna mjerenja, inteligentne transportne sustave i prometnu infrastrukturu. Split mora biti grad u kojem će se tehnološke platforme moći koristiti kroz različite uređaje putem brzih mreža. Javne usluge također imaju važan značaj. Svakako je neophodno uspostaviti jednostavno upravljanje obnovljivom energijom, a poseban aspekt je i sigurnost građana. Sigurnost građana obuhvaća kvalitetne ceste, ulične rasvjete, intenzivno praćenje i patroliranje te sustav brzog odziva za hitne pozive. Učinkovita javna prijevozna mreža koja smanjuje potrošnju energije i omogućavanje biciklističkih staza su među parametrima koje treba ispuniti grad Split u budućnosti. Sve se to može postići ukoliko grad Split bude što više unaprijeđivao tehnologiju i stvarao sustave za umreživanje na serverima oblaka i magle koji će svojim doprinosom i analizom podataka pružiti informacije za razvoj i unaprijediti život unutar grada.

4. ZAKLJUČAK

Pametni gradovi su nova industrija 21. stoljeća. Razvoj korisnih rješenja na osnovu realnih podataka iz gradskog života je novi potencijal globalne komercijalizacije. Razvijeni sustav pametnog grada upućuje direktno i na razvijeni stupanj rukovanja tehnologijom kod lokalnog stanovništva, kao i na preduvjet za to – kvalitetno obrazovanje stanovništva o aktualnim potrebama modernog života. Ukratko, smart city je glavni indikator uspješnog razvitka gradske sredine i njegova stanovništva u svim aspektima.

Pametni gradovi obuhvaćaju i dvije računalne paradigme – paradigmu oblaka i paradigmu magle. Računarstvo u oblaku je isporuka raznih usluga putem Interneta. Ti resursi uključuju alate i aplikacije kao što su pohrana podataka, poslužitelji, baze podataka, umrežavanje i softver. Umjesto čuvanja datoteka na vlasničkom tvrdom disku ili lokalnom uređaju za pohranu, pohrana temeljena na oblaku omogućuje njihovo spremanje u udaljenu bazu

podataka. Sve dok elektronički uređaj ima pristup webu, on ima pristup podacima i softverskim programima za njegovo pokretanje.

Paradigma magle proširuje paradigmu oblaka tako da bude bliže stvarima koje proizvode i djeluju na temelju IoT podataka. Ovi uređaji, nazvani čvorići za maglu, mogu se postaviti bilo gdje s mrežnom vezom: na tvorničkom podu, na vrhu stupa snage, uz željezničku prugu, u vozilu ili na naftnoj platformi. Svaki uređaj s računalom, pohranom i mrežnim povezivanjem može biti čvor magle. Primjeri uključuju industrijske regulatore, prekidače, usmjerivače, ugrađene poslužitelje i kamere za video nadzor.

Pametni grad obuhvaća šest ključnih elemenata: pametnu ekonomiju, pametne ljude, pametno upravljanje, pametnu mobilnost, pametno življenje i pametan okoliš. Eksplozija tehnološki inovativnih rješenja generira raznovrsne mogućnosti u interakciji i djelovanju odnosno poboljšanju lokalne zajednice od infrastrukture do zabave. Na ovoj postavci počivaju sva rješenja i koncepti pametnih gradova. Nova tehnologija donijela je sa sobom jednostavniji i ne tako skupi napredak. Danas je sa stajališta energetske učinkovitosti dostupan niz materijala i tehnoloških rješenja koji mogu dati očekivane omjere uštede u odnosu na nekadašnje tehnologije. Rezultat tome je jeftinija i dostupnija tehnologija.

Grad Split nosi titulu pametnog grada zahvaljujući aplikaciji za pametan parking koja koristi senzore diljem grada koji na mobilnoj aplikaciji prikazuju slobodna parkirna mjesta. Poduzeće koje je razvilo navedenu aplikaciju u budućnosti želi razviti i druge aplikacije poput tehnologija za rasvjetu, tehnologija pametnih prskalica, tehnologija umjetne inteligencije i dr.

LITERATURA

1. A Brief History of Cloud Computing from The Beginning, dostupno na: <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/>, pristupljeno: 04.05.2019.
2. A Brief History of Cloud Computing, dostupno na: <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/>, pristupljeno: 03.05.2019.
3. A Concise History of Computers, Smartphones and the Internet, dostupno na: https://books.google.hr/books?id=DYd-DwAAQBAJ&pg=PT48&lpg=PT48&dq=.+J.+C.+R.+Licklider+ARPANET+1969&source=bl&ots=nZ9dnCX35M&sig=ACfU3U2I2tNMbjiJb3dWFiO_czkVzU6rUQ&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwizvYSIzJPiAhUGqYsKHU5oCfcQ6AEwCXoECAgQAQ#v=onepage&q=.%20J.%20C.%20R.%20Licklider%20ARPANET%201969&f=false, pristupljeno: 04.05.2019.
4. Amazon Mechanical Turk, dostupno na: <https://www.mturk.com/>, pristupljeno: 05.05.2019.
5. Amazon Web Services, dostupno na: <https://aws.amazon.com/>, pristupljeno: 04.05.2019.
6. Anketa: Što je najveći problem grada Splita?, dostupno na: <http://dalmatinskiportal.hr/vijesti/anketa--sto-je-najveci-problem-grada-splita-/18933>, pristupljeno: 12.05.2019.
7. Cloud computing, dostupno na: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>, pristupljeno: 03.05.2019.
8. pristupljeno: 03.05.2019.
9. Cloud Computing, dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp>, pristupljeno: 02.05.2019.
10. Definition - What does Smart City mean?, dostupno na: <https://www.techopedia.com/definition/31494/smart-city>, pristupljeno: 10.05.2019.
11. Europski gradovi u splitu predstavili svoja prometna rješenja: "Satima se putuje od Splita do gradova okolice i to je nacionalni problem!", dostupno na: www.dalmacijadanas.hr/europski-gradovi-u-splitu-predstavili-svoja-prometna-rjesenja-satima-se-putuje-od-splita-do-gradova-okolice-i-to-je-nacionalni-problem, pristupljeno: 13.05.2019.

12. Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are, dostupno na: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf, pristupljeno: 09.05.2019.
13. Giffinger, R., Kramar, H. Haindl, G. (2008): The role of rankings in growing city competition , XI. Eura Conference, Milan, October 9-11.
14. Google Dokumenti, dostupno na: <https://www.google.hr/intl/hr/docs/about/>, pristupljeno: 05.05.2019.
15. History of Cloud Computing, dostupno na: <http://www.data-analysts.org/view/158.html>, pristupljeno: 06.05.2019.
16. History of fog computing, dostupno na: <https://www.techradar.com/news/what-is-fog-computing>, pristupljeno: 08.05.2019.
17. IBM SmartCloud, dostupno na: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/IBM-SmartCloud>, pristupljeno: 06.05.2019.
18. Infrastructure as a Service, dostupno na: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-IaaS>, pristupljeno: 07.05.2019.
19. Internet of things, dostupno na: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>, pristupljeno: 08.05.2019.
20. IoT ili Internet stvari, dostupno na: <https://www.ofir.hr/post/iot-ili-internet-stvari>, pristupljeno: 08.05.2019.
21. IoT, dostupno na: <http://teho.hr/2019/04/10/iot/>, pristupljeno: 08.05.2019.
22. Jun, M. Y., Kwon, J. H., Jeong, J. E. (2013): The effects of high-density suburban development on commuter mode choices in Seoul, Korea, Cities, Vol. 31.
23. Just what is a smart city?, dostupno na: <https://www.computerworld.com/article/2986403/just-what-is-a-smart-city.html>, pristupljeno: 10.05.2019.
24. Kako izgraditi pametan i održiv grad?, dostupno na: <http://www.infotrend.hr/clanak/2016/7/kako-opametiti-svoj-grad-,88,1262.html>, pristupljeno: 10.05.2019.
25. Kako splitsko odlagalište danas vide stanari koji ga okružuju?, dostupno na: www.dalmacijadanas.hr/karepovac-s-prozora-kako-splitsko-odlagaliste-danas-vide-stanari-koji-ga-okruzuju, pristupljeno: 13.05.2019.

26. Krelja Kurelović, E. i sur. (2014.): Uporaba aplikacija u oblaku kod studenata, Zbornik Veleučilišta u Rijeci Vol. 2. No. 1.
27. Meijer, A., Bolivar, M. P. R. (2016): Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance“. International Review of Administrative Sciences, Vol. 82, No. 2.
28. Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, C. A., Mangano, G., Scorrano, F. (2013): Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts, Cities, Vol. 38.
29. NIST Cloud Computing Introduction and Definition, dostupno na: https://www.webopedia.com/TERM/C/cloud_computing.html, pristupljeno: 02.05.2019
30. Paliaga, M., Oliva, E. (2018.): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, Ekonomska misao i praksa Br.2.
31. Platform as a Service, dostupno na: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Platform-as-a-Service-PaaS>, pristupljeno: 07.05.2019.
32. Postavljanje temelja za pametni održivi grad, dostupno na: <http://www.infotrend.hr/clanak/2016/7/kako-opametiti-svoj-grad-.88,1262.html>, pristupljeno: 10.05.2019.
33. Računarstvo u oblaku, dostupno na: https://hr.unionpedia.org/i/Ra%C4%8Dunarstvo_u_oblaku, pristupljeno: 02.05.2019.
34. Schuurman, D., Baccarne, B., De Marez, L., Mechant, P. (2012): Smart ideas for smart cities: Investigating crowdsourcing for generating and selecting ideas for ICT innovation in a city context“, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, Vol. 7, No. 3, str. 49-62.
35. Smart cities definitions, dostupno na: <https://www.centreforcities.org/reader/smart-cities/what-is-a-smart-city/1-smart-cities-definitions/#fn-2>, pristupljeno: 10.05.2019.
36. Split, dostupno na: <https://visitsplit.com/hr/1232/polozaj>, pristupljeno: 12.05.2019.
37. Strategija razvoja pametnog grada, dostupno na: https://www.grad-krk.hr/sites/default/files/files/smartcity_krk_strategija_razvoja_pametnog_grada_javna_objava_final.pdf, pristupljeno: 11.05.2019.
38. Šijanović Pavlović, S., Bolanča, A., Pavlović, D. (2018.): „Internet of Things“ i „Blockchain“ kao alati razvoja fleksigurnog energetskeg sektora. Nafta i Plin, 38 (153)
39. Što je to cloud i zašto nam je on potreban?, dostupno na: <https://www.mobis.hr/blog/cloud-pametni-telefoni-48/>, pristupljeno: 02.05.2019.

40. The vision of a smart city“, dostupno na:
[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1897490](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1897490), pristupljeno: 10.05.2019.

SAŽETAK

Koncept pametnih gradova zahtijeva bottom-up pristup jer je zasnovan na primjeni rješenja, odnosno načina korištenja tehnologijom za rješavanje različitih urbanih problema. Tehnološka unapređenja koja se koriste u procesu razvoja pametnoga grada trebaju biti otvoreni prema lokalnom stanovništvu. Upravo zato koncept pametnoga grada zahtijeva kontinuirano praćenje problema, želja i potreba lokalnih dionika. Sam koncept sastoji se od računalne paradigme oblaka i paradigme magle.

Računalna paradigma oblaka je oblik računalstva koje je temeljeno na internetskoj odnosno podatkovnoj vezi te koristi Internet kao platformu za rad. Računalstvo paradigma magle podrazumijeva korištenje virtualizacije i dijeljenje resursa u visoko skalabilnim podatkovnim centrima i mikro podatkovnim centrima u blizini malih uređaja (pametnih uređaja, usmjernika i drugih mrežnih uređaja). Osnovna načela računalstva u oblaku su iz centra mreže izmještena na rub mreže da krajnjim korisnicima pruže korisne podatke, obradu, pohranu i usluge.

Pojedini hrvatski gradovi već su se uključili u proces implementacije određenih komponenti pametnih gradova ili već primjenjuju tehnološka rješenja. Jedan od takvih gradova je i Split koji nosi titulu pametnog grada zbog tehnologije koja je vezana uz parkiranje - putem senzora se na mobilnoj aplikaciji mogu vidjeti slobodna parkirna mjesta diljem grada. Poduzeće koje je razvilo navedenu aplikaciju u budućnosti želi razviti i druge aplikacije kako bi učinili Split tehnološki naprednijim nego to što sada jest.

Ključne riječi: primjena, paradigma oblaka, paradigma magle, pametni gradovi, Split

SUMMARY

Smart Cities Requirements require bottom-up approach, based on the default solutions, or how to use technology to address different urban issues. Technological advances used in the process of developing a smart city should be open to the local community. That is why the concept of a smart city requires continuous monitoring of the problems, desires and needs of local stakeholders. The concept itself is consisted of cloud and fog paradigms.

Cloud paradigm means that computers are based on the Internet or data connection that uses the Internet as a platform for work. Fog paradigm computing implies using virtualization and resource sharing in highly scalable data centers and micro data centers near small devices (smart devices, routers, and other network devices). The basic principles of cloud computing have been changed from central networks to user areas offering valuable data, processing, storage, and services.

Some Croatian cities are already involved in the process of implementing certain components of smart cities or already applying technological solutions. One of those cities is Split, which carries the title of a smart city due to parking-related technology - via a mobile application sensor, can see free parking spaces around the city. The company that developed this application in the future wants to develop other applications to make Split more technologically advanced than it is now.

Key words: application, cloud paradigm, fog paradigm, smart cities, Split